

Synkero – Publieke Samenvatting

Dit document is het resultaat van het 12-maanden durende Synkero project. Het resultaat is een businessplan voor een mogelijke pilot en commerciële fabriek die CO₂ naar duurzame ‘synthetische’ kerosine kan omzetten. Het volledige rapport is, wegens het internationale karakter, in het Engels opgesteld en moet vertrouwelijk behandeld worden. Dit document is de publieke samenvatting die vertaald is naar het Nederlands.

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

Projectinformatie

Projectnummer: TESN218017

Projecttitel: Synkero – Ontwikkelen van een businessplan voor een synthetische kerosine pilot fabriek in het Noordzeekanaal gebied.

Penvoerder: SkyNRG B.V. – O Meijerink

Projectpartners en medeaanvragers:

- SkyNRG B.V.
- Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N.V.
- Tata Steel Nederland Technology B.V.
- Havenbedrijf Amsterdam N.V.
- Oiltanking Europe B.V.



Projectperiode: 1 november 2018 – 31 oktober 2019

Samenvatting

1. Achtergrond

De luchtvaartindustrie is verantwoordelijk voor 2-3% van de wereldwijde uitstoot van CO₂ door de mens. Hoewel dit aantal relatief klein is, zal de uitstoot naar verwachting elk jaar met 4-5% toenemen op wereldniveau. De luchtvaartindustrie heeft een goed economisch vooruitzicht en is een vitale industrie om ook de ontwikkelingslanden economische welvaart te brengen. Tegelijkertijd staat de industrie onder verhoogde druk om de impact op het milieu te verminderen. Hoewel de internationale luchtvaart niet wordt gereguleerd in de internationale overeenkomsten tegen klimaatverandering (richtlijn hernieuwbare energie, de Overeenkomst van Parijs, enz.), heeft de industrie zichzelf ambitieuze CO₂-reductiedoelstellingen gesteld:

- Verbeter de brandstofefficiëntie elk jaar met 1,5%
- CO₂-neutrale groei vanaf 2020
- In 2050 moeten de netto-emissies 50% van de emissieniveaus van 2005 bereiken

Om deze doelen te bereiken, met name de reductiedoelstelling van 50%, zijn een aantal emissiereductieopties geïdentificeerd. Hoewel efficiëntieverbeteringen, zoals een nieuwe of geoptimaliseerde vlootroute, noodzakelijk en permanent zijn, heeft de industrie op dit moment een zeer beperkt potentieel om zijn voetafdruk koolstofarm te maken. Duurzame luchtvaartbrandstoffen (SAF) zijn in alle scenario's nodig om de CO₂-emissiereductiedoelstellingen te halen.

Huidige stand van de ontwikkeling van synthetische vliegtuigbrandstof

Duurzame luchtvaartbrandstoffen kunnen worden gemaakt van een verscheidenheid aan grondstoffen met een vergelijkbare verscheidenheid aan technologieën. Veel onderzoek en activiteiten zijn al gaande met bio-gebaseerde SAF-trajecten, waardoor de commercialisering van de markt en de beschikbaarheid van SAF over de hele wereld toenemen.

Eén pad kreeg de afgelopen jaren veel meer aandacht, de zogenaamde synthetische kerosine. Deze route maakt gebruik van CO₂ en H₂ als grondstof. De waterstof is een vitale energiedrager in dit traject en moet duurzaam worden geproduceerd om emissiereductievoordelen ten opzichte van conventionele vliegtuigbrandstof te creëren. De CO₂ kan afkomstig zijn van twee puntbronnen; zogenaamde onvermijdbare emissies van b.v. de staal- of cementindustrie, of rechtstreeks vanuit de lucht opgevangen (Direct Air Capture, DAC). Onvermijdbare emissies kunnen ook een biogene oorsprong hebben zoals bij de verbranding van organisch afval of biogas. Meerdere projecten kijken actief naar dit traject:

- SkyNRG werkt sinds 2016 actief met Tata Steel om de haalbaarheid te beoordelen van het gebruik van afvalgassen uit de staalindustrie en deze om te zetten in SAF.
- In september 2017 startte Kalavasta met een strategische beoordeling van het synthetische brandstofspoor, gefinancierd door een consortium van: KLM, Tata Steel, Shell, Port of Amsterdam, TenneT, Koole Terminals, Oiltanking, TKI E&I en stichting Sanegeest. Dit resulteerde in het rapport 'CO₂-neutrale luchtvaart'.
- Rotterdam The Hague Airport is in de zomer van 2019 een project gestart om de haalbaarheid van een pilotproject op het luchthaventerrein te ontwikkelen en testen, gebaseerd op een combinatie van opkomende technologieën: Direct Air Capture (Climeworks), Co-Electrolysis (Sunfire), modulaire Fischer-Tropsch (Ineratec) en upgraden (EDL). SkyNRG is betrokken om de levensvatbaarheid van de markt en toekomstige opschaling te beoordelen in dit project.

Bovenstaande projecten komen allen tot de conclusie dat SAF geproduceerd uit CO₂ een zeer interessant traject kan zijn. Dit komt vooral door de schaalbaarheid van het synthetische brandstofproces en de onafhankelijkheid van de bestaande olie-industrie (zowel bio- als fossiel gebaseerd). Er blijven echter aanzienlijke onzekerheden bestaan over belangrijke elementen. Om deze onzekerheden op te lossen hebben de projectpartners: Port of Amsterdam, KLM, Oiltanking Europe, SkyNRG en Tata Steel het Synkero-project opgezet. Een volgende stap in het begrijpen van de synthetische kerosineroute en het werken aan de commercialisering van die weg.

Doel van het Synkero-project

Het Synkero-project zoekt naar antwoorden op nog openstaande vragen. Het project is onderverdeeld in vier kernelementen: de markt van alternatieve vliegtuigbrandstof, nu en in de toekomst; de technische elementen van het productieproces, inclusief de huidige stand van de technologiecomponenten en de mogelijkheid om een specifieke brandstof te produceren. Het derde en vierde element bespreken het beleid dat nodig is voor de ontwikkeling én de financiële levensvatbaarheid van deze route. De antwoorden op deze vragen helpen partners bij het nemen van (toekomstige) investeringsbeslissingen en kunnen beleidsmakers op de hoogte brengen van discussies op nationaal en Europees niveau over synthetisch geproduceerde brandstoffen.

2. Results

De resultaten van deze studie tonen de kansen en uitdagingen van de commercialisering van de synthetische brandstofroute. We bespreken de resultaten langs de vier hoofdelementen en sluiten af met de vervolgstappen en aanbevelingen.

Markt

- De uitdaging voor de luchtvaart om echt duurzaam te worden is groot, omdat de opties om de energiebehoefte koolstofvrij te maken zeer beperkt zijn.
- Het beleid om de opname van SAF te stimuleren, met name synthetisch geproduceerde SAF, loopt achter op andere sectoren zoals de wegenindustrie, terwijl dit beleid van vitaal belang is voor belanghebbenden om in productiecapaciteit te investeren.
- West-Europa, Nederland en met name het Noordzeekanaalgebied (NZKG) zijn zeer goed gelegen om de synthetisch geproduceerde SAF-markt te bedienen / mogelijk te maken vanwege de locatie en de gevestigde infrastructuur.
- Ontwikkelingen van offshore wind in de buurt van het NZKG en plannen om elektrolyse-eenheden in de regio te bouwen zijn positief voor de productie van synthetische kerosine. Er moet echter rekening mee worden gehouden dat zowel duurzame elektriciteit als groene waterstof door veel andere sectoren worden geëist. We zien een beschikbaarheidsprobleem bij het opschalen van het traject op basis van de momenteel geplande elektriciteitscapaciteit.

Technologie

De onderstaande tabel geeft een overzicht van de TRL, kansen en belangrijke overwegingen voor de verschillende technologische componenten die nodig zijn voor het synthetische brandstoftraject. Het is te zien dat voor elke afzonderlijke component volwassen technologieën beschikbaar zijn. De kernvraag ligt bij het combineren van de technologieën op een werkbare schaal en het vinden van technologieën die zowel voldoen aan voldoende TRL als aan duurzaamheidseisen.

Productie component	TRL	Kansen	Overwegingen
1 CO₂ afvang			
Puntbron	5-9	Hoge CO ₂ -levering	Onzuiverheden in effluentstromen
<ul style="list-style-type: none"> • Post-combustion • Pre-combustion • Oxyfuel combustion • Industriële scheiding 	9 8 7 9	Volwassen technologie Co-productie van H ₂ Hoge zuiverheid van CO ₂ Volwassen technologie	Alleen toepasbaar bij power plants Alleen toepasbaar bij power plants Alleen toepasbaar bij power plants Lagere zuiverheid van effluent stroom verhoogt afvangkosten
Direct Air Capture	5-6	Hoog CO ₂ reductiepotentieel. Niet locatiegebonden	Hoge kosten, lage opbrengst
2 Waterstof			
Hervormen koolwaterstof	9	Volwassen technologie	Hoge CO ₂ impact als CCS niet wordt toegepast
Productie uit water	3-8	Potentieel voor lage CO ₂ impact	Elektriciteit voornaamste kostenfactor
<ul style="list-style-type: none"> • Alkaline elektrolyse • PEM elektrolyse • SOEC elektrolyse • Co- elektrolyse • Thermolyse • Photo- elektrolyse 	8 7 6 6 4 3	Volwassen technologie Meer adaptief voor hernieuwbare elektriciteit Potentieel voor co-elektrolyse Verhoogde efficiency van syngas productie Hoge eisen voor warmte Zeer lage efficiency	Limited current density and low operating pressure Hogere productiekosten Lagere volwassenheid Lagere volwassenheid Lagere volwassenheid Lagere volwassenheid
Biological production	1-3	Milieuvriendelijk	Lage volwassenheid
3 Conversion CO₂ to CO			
Reverse Water Gas Shift	6	Rapid conversion. Suitable for large-scale production	High heat requirements
Electrochemical reductie	6	Potential for low environmental footprint	Slower kinetics, more difficult to scale up
4 Fischer-Tropsch synthese			
Fischer-Tropsch synthese	9	Volwassen technology	Syngas moet zuiver zijn
5 Opwaarderen naar kerosine			
Hydrocracking	9	Volwassen technology	Locatie t.o.v. raffinaderij is belangrijk

Het project is specifiek gericht op de route met behulp van CO₂ uit een industriële bron. De H₂ kan afkomstig zijn van on-site of off-site elektrolyzers. De CO₂ en H₂ worden vervolgens omgezet in een ruwe brandstof via de Fischer-Tropsch technologie. Verdere upgrade vindt plaats om een vliegtuigbrandstof te produceren. Voor het testen van de technische haalbaarheid van dit proces heeft het consortium een externe technologieleverancier gevraagd om een laboratoriumproductierun uit te voeren en de productiekosten te schatten.

De tests zijn uitgevoerd uitgaande van CO₂ met een zuiverheid van 95% en inzet van groene elektriciteit. Na behandeling met waterstof en upgrading bleek de brandstof binnen het ASTM-specificatiebereik te vallen. Optimalisatie van de opstelling kan plaatsvinden om de kerosine opbrengst te maximaliseren en/of te focussen op een productmix die de hoogst verwachte waarde oplevert. De productiekosten die nodig zijn om deze brandstof te maken (zowel CAPEX als OPEX) zijn gebruikt om de financiële levensvatbaarheid te bepalen maar zijn niet publiek beschikbaar.

Beleid

Om de productiecapaciteit van duurzame luchtvaartbrandstoffen mogelijk te maken, is een mechanisme nodig om de bestaande prijspremie te dekken. Deze premie kan gedeeltelijk worden gedekt door de RED-II-wetgeving, die van toepassing is op bestaande bio-based paden. Om nieuwe paden mogelijk te maken, zoals het synthetische pad, zien we een behoefte aan ten minste een gelijk speelveld met de alternatieve paden. Vanwege het ontluikende karakter van technologieontwikkeling zijn waarschijnlijk extra stimulerende maatregelen nodig. Deze bestaan momenteel onvoldoende om het synthetische brandstofpad in Nederland mogelijk te maken. Er is een sleutelrol weggelegd voor de overheid om (een deel van) deze problemen op te lossen en het consortium stelt daarom het volgende voor.

- Geef synthetische kerosine een plek in het beleid (EU, NL)
 - o De synthetische kerosineroute moet worden opgenomen in RED-II wetgeving en implementatie. Momenteel worden gerecyclede koolstofbrandstoffen (RCF's) en hernieuwbare brandstoffen van niet-biologische oorsprong (RFNBO's) niet als geavanceerd beschouwd en/of kunnen niet meetellen voor de nationale duurzaamheidsdoelstellingen. Dit is noodzakelijk om de juiste prikkels voor deze route te creëren, maar moet zorgvuldig worden gedaan om geen negatieve bijwerkingen mogelijk te maken. Het volgende moet worden overwogen en verder ontwikkeld:
 - Duidelijke regels voor toewijzing van CO₂-besparingen bij gebruik van industriële CO₂-bronnen en Direct Air Capture.
 - Duidelijke richtlijnen voor duurzaamheid, vooral met betrekking tot de toewijzing van duurzame elektriciteit aan het productieproces.
- Creëer ondersteuningsmechanismen om technologie te ontwikkelen
 - o Technologieontwikkeling wordt gedaan door private entiteiten met steun van nationale en Europese subsidiefinanciering. We zien een risico waarbij technologie die in het lab is bewezen, niet kan opschalen omdat de volgende geïntegreerde fase (pilot en demonstratie) duur en riskant is, terwijl de toekomstpremie en de markt nog niet zijn gewaarborgd. Drie oplossingen worden voorgesteld:
 - Sterke verbintenissen en gegarandeerde marktmechanismen creëren voor nieuwe technologiepaden, voorbij de status quo.
 - Pilot- en demonstratiefaciliteiten optuigen met specifieke subsidiefinanciering.
 - Technologische componenten afzonderlijk pushen via onderzoeks- en ontwikkelingsfondsen (o.a. Direct Air Capture, Clean Hydrogen, duurzame elektriciteitsopwekking).
- Streven naar extra duurzame elektriciteitscapaciteit
 - o De synthetische kerosineweg vereist een enorme hoeveelheid duurzame elektriciteit, als input voor voornamelijk de waterstofproductie. De huidige plannen om ~ 10 GW offshore windcapaciteit op de Noordzee te bouwen tot 2030, is een stap in de goede richting. We zien echter ook dat de vraag uit andere sectoren blijft stijgen met elektrificatie. Als we

willen dat dit pad in Nederland slaagt, dan hebben we snel meer betaalbare duurzame elektriciteit nodig.

- De overheid moet actief aandringen op meer ruimte en projecten die duurzame elektriciteitsproductie mogelijk maken.

Financiële levensvatbaarheid

Gezien de hoge prijs van vandaag voor een ton waterstof en de beperkte beschikbaarheid van goedkope elektriciteit om goedkopere waterstof te produceren, zien we een uitdagend economisch plaatje met hoge extra premies voor het synthetische brandstoftraject. Vanwege de aard van proefprojecten, waarin schaalvoordelen ontbreken en het initiële technologierisico nog steeds aanwezig is, zal het eerste proefproject een investering in technologieontwikkeling zijn, die geen economisch rendement oplevert. Het belang om door te gaan met een dergelijk project hangt ook af van de levensvatbaarheid van de commerciële vooruitzichten bij een schaalvergroting.

Het vooruitzicht op een situatie waarin de luchtvaartindustrie verplicht is SAF te gebruiken. In combinatie met het feit dat andere SAF-productiepaden beperkt zijn in hun schaalpotentieel, maakt de commerciële case van synthetisch geproduceerde SAF uit een CO₂-bron nog steeds commercieel aantrekkelijk voor de periode na 2030. De economische opschaling is nog steeds een uitdaging in vergelijking met bestaande SAF trajecten en vereisen dat significante premies worden verhoogd. Als beleid echter ontwikkeling mogelijk maakt en wanneer elektriciteitsprijzen dichterbij de € 30 / MWh komen, dan kan het traject commercieel aantrekkelijk zijn op de middellange tot lange termijn. We zien een aantal belangrijke vereisten die nodig zijn om het economische plaatje van dit traject in de praktijk te laten werken:

- Overeenkomst met beoogde elektriciteitsproducent om PPA's op lange termijn te creëren of af te nemen tegen gunstige prijzen.
- Overeenkomst met syn-kero en syn-nafta-gebruikers om een premie te betalen boven de RED II-prijzen.
- Concreet inzicht in de hoogte van verwachte ontwikkelingsprijkkels/subsidies.

Vervolgstappen

Hoewel de route op dit moment niet commercieel levensvatbaar is en een uitdagend economisch traject tegemoet gaat, ziet het consortium kansen om de ontwikkeling van synthetisch geproduceerde kerosine voort te zetten. Een breed gedragen beeld is ontstaan dat de beschikbaarheid van synthetische kerosine vereist is om het niveau van de daling van de conventionele brandstof te bereiken die de koolstofvoetafdruk aanvankelijk tussen 2030-2050 aanzienlijk vermindert. Daarom lijkt actieve betrokkenheid bij deze technologische route strategisch gerechtvaardigd vanuit verschillende zakelijke perspectieven: afname, verhuurder, opslagbeheerder, productie en verkoop. Zoals hierboven vermeld, is de zakelijke redenering vandaag niet evident gezien grote onzekerheden in onder andere de grondstofprijzen, de toewijzing van koolstofkredieten, subsidieregelingen en investeringskosten. Een volgende stap zetten met de daaropvolgende toewijzing van middelen is in feite een (risicodragende) optie op de toekomstige duurzame markt voor vliegtuigbrandstof.

In de komende zes maanden zal het consortium mogelijke volgende stappen bespreken op basis van de resultaten van deze studie. Dit omvat onder meer het onderzoeken van de mogelijkheid om een specifiek ontwikkelingsbedrijf op te richten om de beleidselementen zoals hierboven besproken vooruit te duwen en de afzonderlijke technologische componenten te integreren in een levensvatbare supply chain. Als de resultaten van deze initiële activiteiten positief zijn, dan zullen we actief contact opnemen met extra (technologie) spelers om een sterk consortium te creëren dat in staat en bereid is om dit pad op middellange termijn te realiseren.

3. Publieke bijdrage

Het project heeft het potentieel aangetoond om commerciële business cases te ontwikkelen op het Carbon Capture and Utilization-platform. De CO₂ uit industriële bronnen en/of rechtstreeks uit de lucht opgevangen, kan worden gebruikt om waarde te creëren in de luchtvaartindustrie. Een van de belangrijkste vereisten voor een succesvolle implementatie van het traject is de beschikbaarheid van voldoende duurzame elektriciteit. Bij schaalvergroting moet het traject worden geïntegreerd in de ontwikkeling van duurzame elektriciteit op de Noordzee en een basislastvraag naar waterstofelektrolyse creëren.

Er is een sterke reden voor de integratie met de bestaande infrastructuur voor vliegtuigbrandstof in Nederland. Het Noordzeekanaalgebied is één van de belangrijkste gebieden die vliegtuigbrandstof distribueren naar zowel de luchthaven Schiphol als de Noordwest-Europese markt. Voortbouwend op de ontwikkeling van dit pad zal de Nederlandse economie zich voorbereiden op de toekomst en een luchtvaartindustrie kunnen creëren die bestand is tegen veranderende marktdynamiek. De kennis die is ontwikkeld binnen sterke Nederlandse industriële en marktspelers, in samenwerking met internationaal toonaangevende technologieleveranciers, kan binnen de komende decennia worden geëxporteerd wanneer het pad bewezen is en klaar is om te worden opgeschaald in een wereldwijde omgeving.

4. Informatie

De volledige resultaten zijn vertrouwelijk beschikbaar voor de projectpartners en niet beschikbaar voor externe distributie. Neem voor meer informatie over het project contact op met Oskar Meijerink - SkyNRG (oskar@skynrg.com) of Floris van Foreest - Haven van Amsterdam (Floris.van.Foreest@portofamsterdam.com)